

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
**Image Problem Mailbox.**

143

===== WPI =====

- TI - Structural material for turbine having high tensile strength - comprises carbon, silicon, manganese, nickel, chromium, molybdenum, vanadium, tungsten nitrogen and niobium
- AB - J02101143 The structural material comprises (by wt.) 0.05-0.30% C, up to 1.0% Si (except 0), up to 1.0% Mn (except 0), 1.5-3.5% Ni, 10-15% Cr, 0.5-2.0% Mo, 0.05-0.50% V, 0.5-2.0% W, 0.01-0.3% N, 0.01-0.5% Nb and/or Ta, and balance Fe and accompanies impurities.
- USE - For compressor disks of gas turbines, having high creep rupture strength at 400-500 deg C, high tensile strength and toughness at room temp. (6pp Dwg.No.0/2)
- PN - JP2101143 A 19900412 DW199021 000pp
- PR - JP19880250933 19881006
- PA - (TOKE ) TOSHIBA KK
- MC - M27-A04 M27-A04C M27-A04M M27-A04N M27-A04S M27-A04T M27-A04V M27-A04X
- DC - M27 Q56
- IC - C22C38/00 ; F04D29/02
- AN - 1990-159842 [21]

===== PAJ =====

- TI - STRUCTURAL MATERIAL FOR TURBINE
- AB - PURPOSE: To manufacture the title material having high creep rupture strength, tensile strength and toughness by incorporating specific ratios of C, Si, Mn, Ni, Cr, Mo, V, W, N, Nb and Ta into Fe.
- CONSTITUTION: A material contg., by weight, 0.05 to 0.30% C, <=1.0% (not including zero) Si, <=1.0% (not including zero) Mn, 1.5 to 3.5% Ni, 10 to 15% Cr, 0.5 to 2.0% Mo, 0.05 to 0.50% V, 0.5 to 2.0% W, 0.01 to 0.3% N, at least one kind of 0.01 to 0.5% Nb and Ta and the balance Fe with incidental impurities is prepd. In this way, the structural material having high creep rupture strength at about 400 to 500 deg.C and having high tensile strength and toughness at room temp. can be obtd.; the material is most preferable for a compressor for a high temp. and high pressure gas turbine or the like.
- PN - JP2101143 A 19900412
- PD - 1990-04-12
- ABD - 19900629
- ABV - 014304
- AP - JP19880250933 19881006
- GR - C0734
- PA - TOSHIBA CORP
- IN - TSUDA YOICHI; others: 02
- I - C22C38/00 ; C22C38/50 ; F04D29/02

C, 0.05-0.3  
 Si, 0-1  
 Mn, 0-1  
 Ni, 1.5-3.5  
 Cr, 10-15  
 Mo, 0.5-2  
 V, 0.05-0.5  
 W, 0.5-2  
 N, 0.01-0.3  
 Ta/Nb, 0.01-0.5

## ⑫ 公開特許公報(A)

平2-101143

⑮ Int. Cl.<sup>5</sup>C 22 C 38/00  
38/50  
F 04 D 29/02

識別記号

3 0 2 Z

庁内整理番号

7047-4K

⑬ 公開 平成2年(1990)4月12日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 タービン用構造材料

⑰ 特 願 昭63-250933

⑱ 出 願 昭63(1988)10月6日

⑲ 発 明 者 津 田 陽 一 神奈川県横浜市鶴見区末広町2-4 株式会社東芝京浜事業所内  
⑲ 発 明 者 山 田 政 之 神奈川県横浜市鶴見区末広町2-4 株式会社東芝京浜事業所内  
⑲ 発 明 者 斎 藤 大 蔵 神奈川県横浜市鶴見区末広町2-4 株式会社東芝京浜事業所内  
⑳ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地  
㉑ 代 理 人 弁 理 士 猪 股 祥 晃 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

タービン用構造材料

## 2. 特許請求の範囲

重量比で、C 0.05 ~ 0.30%、Si 1.0%以下(ただし、Oを含まず)、Mn 1.0%以下(ただし、Oを含まず)、Ni 1.5 ~ 3.5%、Cr 10 ~ 15%、Mo 0.5 ~ 2.0%、V 0.05 ~ 0.50%、W 0.5 ~ 2.0%、N 0.01 ~ 0.3%、Nb または Ta の少くとも1種0.01 ~ 0.5%、残部がFe及び付随的不純物から成ることを特徴とするタービン用構造材料。

## 3. 発明の詳細な説明

[発明の目的]

(産業上の利用分野)

本発明は例えばガスタービンのコンプレッサーディスクに使用され、特に400 ~ 500℃における高いクリープラプチャー強度と室温における高い引張強度及び靱性を有するタービン用構造材料に関する。

(従来の技術)

現在、タービン用構造材料、例えばガスタービン用コンプレッサーディスクとしては、ASTM-A470 (class 8) 規定されているような高温下で優れたクリープラプチャー強度を有するCr・Mo・V鋼が使用されている。

また、Ni・Cr・Mo・V<sup>(鋼)</sup>12Cr系マルテンサイト鋼(AISI 422)、オーステナイト鋼などの合金材料も使用されている。

近年、省エネルギーの観点からガスタービンの熱効率の向上が望まれており、燃焼ガスの温度及び圧力を高める必要性が生じている。

ガスタービンの高温・高圧化に伴い、コンプレッサーも圧力比を高めるために大型化することになる。

第1図はコンプレッサーの構成例を示す一部断面図であるが、具体的には低圧部(a部)の動翼3の長尺化、高圧部(b部)の高温高圧化が必要となる。

この場合、低圧部(a部)のコンプレッサーデ

ディスク 1 には、より高い応力が作用するため、延性破壊及び脆性破壊防止の観点から、室温付近における高い引張強度及び靱性が要求される。一方、高圧部 (b 部) においては、高温化のため、コンプレッサーディスク 1 には、その使用温度域である 400～500℃における高いクリープラプチャー強度が必要となる。なお、第 1 図において符号 3 は静翼を、4 はディスク締付ボルトを、5 をケーシングを示している。

従来の Cr・Mo・V 鋼は、これらの要求に対し、引張強度、靱性、クリープラプチャー強度とも十分満足できるものではないため、新しい他の材料の適用が必要である。

(発明が解決しようとする課題)

クリープラプチャー強度が Cr・Mo・V 鋼よりも高い構造材料としては、Ni 基合金、Co 基合金、オーステナイト鋼、12Cr 系マルテンサイト鋼等が一般に知られている。しかしながら Ni 基合金及び Co 基合金は熱間加工性、切削性及び製造コスト等の面で望ましくない。

- 3 -

本発明は、重量比で、C 0.05～0.30%，Si 1.0%以下 (ただし、O を含まず)、Mn 1.0%以下 (ただし、O を含まず)、Ni 1.5～3.5%、Cr 10～15%、Mo 0.5～2.0%、V 0.05～0.50%、W 0.5～2.0%、N 0.01～0.3%、Nb または Ta の少くとも 1 種 0.01～0.5%、残部が Fe 及び付随的不純物から成る合金で構成されたことを特徴とするタービン用構造材料である。

このタービン用構造材料は、400～500℃における高いクリープラプチャー強度と室温における高い引張強度及び靱性を有しており、高温・高圧化された例えばガスタービン用コンプレッサーに極めて好適である。

(作 用)

以下に本発明に係る構造材料を構成する合金の組成及びそれらの組成比を限定した理由につき説明する。なお、数字は重量比である。

C : 0.05～0.30%

炭素は焼入性を向上させ、また引張強度を高め

また、オーステナイト鋼は、400～500℃におけるクリープラプチャー強度自体がさほど高くないこと、さらに異との熱膨張差の点等から望ましくない。一方、12Cr 系鋼のマルテンサイト鋼は、他の構成部品とのマッチングもよく、室温付近の引張強度にも優れており、好適な構造材料と考えられる。

400～500℃におけるクリープラプチャー強度及び室温付近の引張強度の優れた 12Cr 系マルテンサイト鋼としては、AISI 422 鋼等が知られているが、AISI 422 鋼には、室温付近における衝撃値が低く切欠きに対して敏感になるという欠点がある。

本発明は上記欠点を除去するためになされたものであり、400～500℃における高いクリープラプチャー強度と室温における高い引張強度及び靱性を有するタービン用構造材料を提供することにある。

[発明の構成]

(課題を解決するための手段)

- 4 -

るのに必要な元素であり、また合金中のニオブまたはタンタルと化合して微細な炭化物を形成してクリープ破断強度を高めるのに有効な元素である。0.05%未満では上述の硬化が乏しく、一方、0.30%を越えると炭化物が粗大化して靱性、延性が低下するため、0.05～0.30%とする。

Si : 1.0%以下 (ただし、O を含まず)

ケイ素は溶解時に脱酸剤として添加されるが、多量に添加するとその一部が酸化物として合金中に残留し、靱性に悪影響を及ぼすため、1.0%以下とする。

Mn : 1.0%以下 (ただし、O を含まず)

マンガンは溶解時に脱酸・脱硫剤として添加され、焼入性も改善する元素である。多量に添加すると靱性が低下するため 1.0%以下とする。

Ni : 1.5～3.5%

ニッケルは焼入性を向上させ、低温における強度及び靱性を向上させるのに有効な元素である。

1.5%未満ではその効果が十分でなく、また 3.5%を越えて添加すると高温強度が低下するので

- 6 -

- 5 -

1.5～3.5%とする。

Cr : 10～15%

クロムは耐食性及び高温強度を向上させるのに有効な元素である。10%未満ではその効果が十分でなく、また15%を越えて添加するとδ-フェライト相が生成しやすくなり、引張強度や靱性が低下するため10～15%とする。

Mo : 0.5～2.0%

モリブデンは固溶及び析出強化作用によってクリープラプチャー強度を向上させるのに有効な元素である。0.5%未満ではその効果が十分でなく、2.0%を越えて添加すると、その効果は飽和し、また炭化物が多量に析出して靱性が低下するので、0.5～2.0%とする。

V : 0.05～0.50%

バナジウムは炭素や窒素と化合して微細炭窒化物として析出し、クリープラプチャー強度を向上させるのに有効な元素である。0.05%未満ではその効果が十分でなく、また0.50%を越えて添加すると炭化物が粗大化して靱性を低下させるので、

- 7 -

0.5～0.50%とする。

W : 0.5～2.0%

タングステンは固溶強化によってクリープラプチャー強度をさらに向上させる元素である。0.5%未満ではその効果が十分でなく、また2.0%を越えて添加するとフェライト相が生成して、クリープラプチャー強度および靱性を低下させるので0.5～2.0%とする。

N : 0.01～0.3%

窒素は炭素とともに合金中のニオブまたはタンタルと化合して、微細な炭窒化物を形成してクリープ破断強度を向上させるのに有効な元素である。0.01%未満ではその効果が十分でなく、また0.3%を越えて添加すると、延性、靱性を低下させるので0.01～0.3%とする。

Nb または Ta の少くとも1種：

0.01～0.5%

ニオブまたはタンタルは、結晶粒を微細にし靱性を向上させ、また微細な炭窒化物を形成してクリープラプチャー強度を向上させるのに有効な元

- 8 -

素である。0.01%未満ではその効果が十分でなく、また0.5%を越えて添加すると逆に粗大な炭化物を形成して靱性を低下させるので、0.01～0.5%とする。また、ニオブとタンタルの両元素を同時に添加しても同様の効果が得られる。

なお、上記に含まれないFe以外のその他の付随的不純物とは、例えばP、Sなどであり、通常の冶金的手段により除くことができない程度の量であるが、できるだけ少ない方が望ましい。

(実施例)

次に本発明に係るタービン用構造材料をコンプレッサーディスクについて実施例を挙げて説明する。

第1表に示す化学組成より成る合金鋼を電弧炉にして溶製し、脱酸処理、真空造塊を行うた後、円板状に鍛造してコンプレッサーディスク形状素体を作製した。

(以下 余白)

成分 材料	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	W	Nb	Ta	N	Fe
実施例1	0.15	0.18	0.62	0.011	0.005	2.53	11.80	1.47	0.26	0.89	0.07	-	0.025	炭素
実施例2	0.14	0.15	0.80	0.011	0.003	2.60	11.44	1.22	0.33	1.15	0.08	-	0.041	炭素
実施例3	0.14	0.19	0.66	0.010	0.003	2.59	12.01	1.29	0.28	0.92	0.05	0.04	0.045	炭素
比較例1	0.30	0.27	0.72	0.009	0.006	0.36	1.20	1.15	0.24	-	-	-	-	炭素
比較例2	0.24	0.35	0.54	0.010	0.011	0.72	12.33	0.91	0.20	1.03	-	-	-	炭素

(数字は重量%)

このようにして作製したコンプレッサーディスク素体は直径 600mm、厚さ 200mmのものであり、実際のコンプレッサーディスクの一部をあらわすモデルとして十分な大きさである。かかるコンプレッサーディスク形状素体に第2表に示す熱処理を施し、実施例1〜3および比較例1〜2を得た。

(以下 余白)

寐  
2  
寐

熱処理	焼入れ	第1段焼戻し	第2段焼戻し
試料			
実施例1	1030℃×5時間→油冷	560℃×6時間→空冷	610℃×6時間→空冷
実施例2	1030℃×5時間→油冷	560℃×6時間→空冷	610℃×6時間→空冷
実施例3	1030℃×5時間→油冷	560℃×6時間→空冷	610℃×6時間→空冷
比較例1	970℃×5時間→油冷	670℃×10時間→空冷	—
比較例2	1050℃×5時間→油冷	660℃×6時間→空冷	—

- 11 -

実施例 1～3 は本発明のコンプレッサーディスクを構成するものである。これに対し、比較例 1 は従来からコンプレッサーディスクに使用されている Cr-Mo-V 鋼であり、比較例 2 は 12Cr 系マルテンサイト鋼として代表的な AISI 422 鋼である。

こうして得られた実施例 1～3 および比較例 1～2 から試験片を切出し、引張試験、衝撃試験およびクリープラプチャー試験を行った。

第3表は室温における引張試験およびシャルピー衝撃試験の結果を示すものである。

(以下 余白)

表 3

試験項目	引張試験 (室温)			衝撃値 ( $\text{kgf} \cdot \text{m}/\text{cm}^2$ )	衝撃試験 *FATT ( $^{\circ}\text{C}$ )	
	引張強さ ( $\text{kgf}/\text{mm}^2$ )	伸び (%)	絞り (%)			
試験料	実施例 1	112.4	21.0	60.1	13.4	-7
	実施例 2	114.5	20.9	58.0	11.2	-6
	実施例 3	113.1	21.8	58.6	14.5	-14
	比較例 1	82.1	21.9	57.6	1.7	+92
	比較例 2	99.8	20.8	51.2	3.1	+83

\*FAT: 延性-脆性破面遷移温度

- 13 -

- 14 -

## 第 4 表

第3表から明らかなように代表的な12Cr系マルテンサイト鋼である比較例2は、従来のコンプレッサーディスク材である比較例1に比較して優れた引張強さ、耐力を示すものの、衝撃値、FATはほぼ同等であり、靱性が優れているとはいえない。一方、本発明のコンプレッサーディスクを構成する実施例1～3は、代表的な12Cr系マルテンサイト鋼である比較例2に比較して、更に引張強さ、耐力が向上しており、また衝撃値、FATも著しく優れている。これらの結果から本発明のコンプレッサーディスクを構成する実施例1～3は、室温付近における強度および靱性を十分に備えていることが理解される。

第4表は試験温度 500℃、負荷応力50Kgf/mm<sup>2</sup> および試験温度 470℃、負荷応力60Kgf/mm<sup>2</sup> の2種類のクリープラプチャー試験を行った結果を示すものである。

(以下 余白)

- 15 -

構造材料の用途はコンプレッサーディスクのみに限定されるものではなく、例えば小型のガスタービンディスク、さらには円柱状に鍛造を行い、第2図に示すような高温蒸気にさらされる高温部(c部)と低温蒸気にさらされる低温部(d部)を両方有する高低圧一体型蒸気タービンロータ6などのタービン用構造材料にも適用できる。

#### [発明の効果]

本発明によれば 400～500℃における高いクリープラプチャー強度と室温における高い引張強度及び靱性を有するタービン用構造材料を提供できる。この構造材料でコンプレッサーディスクを形成した場合には低圧段落に長翼を使用でき、かつ高圧段落を高温・高圧化できるためにコンプレッサーの圧力比を高めることが可能となり、ガスタービンの高効率化を推進する効果がもたらされる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明に係る構造材料で適用するコンプレッサーの構成要部を示す断面図、第2図は同じく高低圧一体型蒸気タービンロータを示す概略

- 17 -

試験項目	クリープラプチャー試験					
	試験温度：500℃			試験温度：470℃		
	負荷応力：50Kgf/mm <sup>2</sup>			負荷応力：60Kgf/mm <sup>2</sup>		
	破断時間 (時間)	伸び (%)	絞り (%)	破断時間 (時間)	伸び (%)	絞り (%)
実施例1	1031	25.4	72.1	893	24.1	76.7
実施例2	2344	24.1	70.0	2211	24.6	72.7
実施例3	1755	25.0	73.3	1539	25.8	78.1
比較例1	31	29.8	63.2	14	28.7	62.4
比較例2	134	21.5	67.2	94	21.9	66.8

本発明のコンプレッサーディスクを構成する実施例1～3は従来のコンプレッサーディスク材である比較例1および代表的な12Cr系マルテンサイト鋼である比較例2に比較して極めて優れた破断時間を示している。この結果から本発明のコンプレッサーディスクを構成する実施例1～3は、400～500℃におけるクリープラプチャー強度を十分に備えていることが理解される。

上記実施例ではコンプレッサーディスク素体として試験を行った例で説明したが、本発明に係る

- 16 -

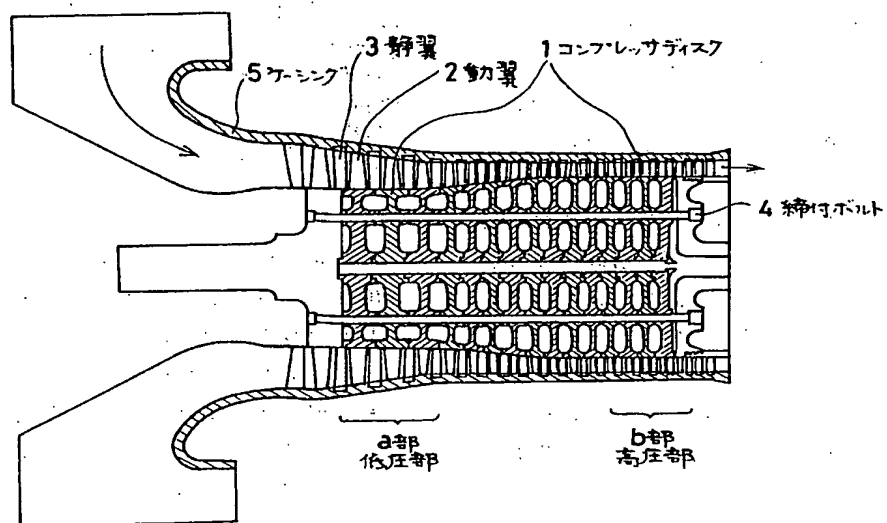
横断面図である。

- 1…コンプレッサーディスク
- 2…動翼
- 3…静翼
- 4…締付ボルト
- 5…ケーシング
- 6…タービンロータ
- a部…低圧部
- b部…高圧部
- c部…高温部
- d部…低温部

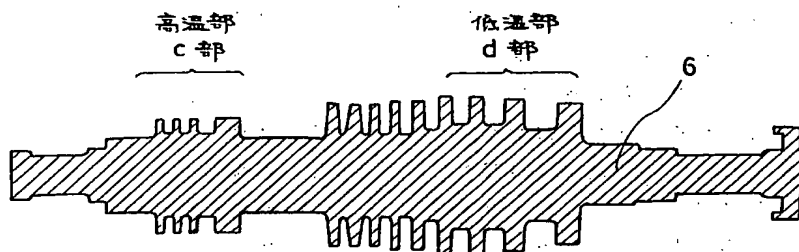
(8733) 代理人 弁理士 猪 股 祥 晃

(ほか 1名)

- 18 -



第 1 図



第 2 図